

Gierstmelde als potentieel akkerbouwgewas
met meervoudige gebruiksmogelijkheden
voor de noordelijke regio's
1992-1996

Management samenvatting

Centrum voor Plantenveredelings en Reproductie Onderzoek, DLO, Wageningen
Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad
Nederlands Instituut voor Koolhydraat Onderzoek, TNO, Groningen
Zetmeelindustrie AVEBE, Veendam

Onderzoek mede gefinancierd door de Herstructurerings-
commissie Akkerbouw en uit de fondsen van NOM/ISP

Lelystad, september 1996

INLEIDING

In 1992 is een project gestart om de teelt- en verwerkingsmogelijkheden van gierstmelde in Nederland te onderzoeken, met name voor het Noordoosten. Door het fijnkorrelig en uniform zetmeel in het zaad, bood het gewas perspectieven voor de zetmeelverwerking. Bovendien bevat het gewas kwalitatief hoogwaardig eiwit, wat het geschikt maakt voor toepassing in humane en dierlijke voeding. Voor zover bekend was gierstmelde weinig gevoelig voor ziekten, plagen en bodempathogenen en het zou goed inpasbaar zijn in het (intensieve) akkerbouwplan.

De weinige, beschikbare gierstmeldevariëteiten waren behoorlijk heterogeen en rijpten (te) laat en onregelmatig af. Ook waren ze veelal gevoelig voor schot en zaaduitval en gaven matige opbrengsten. Over de groei, produktie en teelt van gierstmelde onder Nederlandse omstandigheden was weinig bekend. Een ander probleem vormden de saponinen, inhoudsstoffen die het zaad (en andere plantedelen) een bittere smaak geven en bovendien de industriële verwerking bemoeilijken. Voor de winning van het zetmeel was geen methode voorhanden en over de zetmeeleigenschappen was nauwelijks iets bekend.

DOELSTELLINGEN

De doelstellingen van het project waren:

- opbouw van een gevarieerde gierstmeldecollectie:
 - a. ter bepaling van de genetische variatie voor belangrijke landbouwkundige eigenschappen, waaronder resistenties tegen ziekten en plagen;
 - b. om uitgangsmateriaal beschikbaar te kunnen stellen voor kwaliteitsanalyses;
 - c. voor de selectie van uitgangsmateriaal voor toekomstig veredelingsonderzoek en de ontwikkeling van rassen met gewenste eigenschappen (ideotypen);
- verkrijgen van meer inzicht in de groei en ontwikkeling van het gewas en de opbrengstvorming en -potentie van veelbelovende en uiteenlopende genotypen onder verschillende groeiomstandigheden binnen Nederland, met het accent op het Noordoosten;
- verhoging van de zaadopbrengst en de oogstzekerheid;
- optimalisatie van de teelt en nader onderzoek naar de inpasbaarheid in het bouwplan;
- nagaan van de invloed van groeiomstandigheden en teeltmaatregelen op de zaadkwaliteit c.q. -samenstelling
- verwijdering van saponinen (via een technische methode en/of veredeling);
- in kaart brengen van de samenstelling van het zetmeel en eiwit en de eigenschappen van het zetmeel;
- ontwikkeling van een methode voor de zetmeelwinning;
- onderzoek naar produkttoepassingen van het zetmeel.

BEREIKTE RESULTATEN

Primaire produktie

57 Gierstmelde-herkomsten zijn geïntroduceerd, geëvalueerd, vermeerderd en voor bewaring opgeslagen. In deze collectie, die veelal heterogene populaties omvatte, werden gewenste genotypen geselecteerd. Na twee rondes van lijnselectie zijn 18 landbouwkundig hoogwaardige en uniforme selecties verkregen. De selectie CPRO 2145-9 is in 1996 als ras geaccepteerd onder de naam Carmen. Dit ras is vroegrijp, kort en stevig, resistent tegen schot, zaadval en aantasting door Botrytis. Het heeft een goede zaadopbrengst met een vrij grote korrel. De selectie CPRO 2150-3 is in 1996 aangemeld voor registratie als ras.

Na kruising met saponinenvrije herkomsten uit Equador zijn landbouwkundig aangepaste en saponinenvrije lijnen geselecteerd. Waarschijnlijk zal in 1997 de eerste saponinenvrije selectie worden aangemeld voor registratie als ras. Echter, nu de financiering van het onderzoek stopt, dreigt de verdere ontwikkeling van saponinenvrije rassen te stagneren.

Voor saponinhoudende rassen moeten nieuwe toepassingen worden onderzocht. Toepassing in natuurbraakmengsels biedt mogelijk perspectief.

Onderzoek aan saponinen heeft veel vragen opgehelderd. Saponinen worden waarschijnlijk pas tijdens en na de bloei in de bladeren van de plant gevormd. Selectie voor de bloei op saponinen lijkt daarom niet mogelijk. Ook herkomsten zonder saponinen in het zaad bevatten saponinen in de bladeren. Er is geen correlatie gevonden tussen de hoeveelheid saponinen in het blad en in het zaad.

Veredelingsonderzoek middels een halve diallel heeft veel belangrijke informatie opgeleverd. Alle landbouwkundig belangrijke eigenschappen blijken reeds in jonge kruisingsgeneraties te kunnen worden geselecteerd. Het ras Carmen bleek een zeer goede kruisingspartner.

Onderzoek over de mate van kruisbestuiving zal in 1996 worden afgerond evenals onderzoek over de overerving van de pluimkleur. De grote variatie in pluimkleuren heeft de interesse van de snijbloemenbranche gewekt. Onderzoek voor dat doel lijkt gewenst.

20 Herkomsten en lijnen waarmee o.a. kruisingen zijn uitgevoerd, zijn (in de kas) getoetst op vatbaarheid voor wortelknobbelaaltjes (w.k.a.) en valse meeldauw. Gierstmelde bleek resistent tegen het bietencystenaaltje en het w.k.a. *Meloidogyne fallax*. Voor vatbaarheid voor noordelijk w.k.a. en het mais-w.k.a. zijn enkele weinig vatbare herkomsten gevonden. Veel CPRO-lijnen bleken weinig gevoelig voor valse meeldauw.

Het effect van gierstmelde op het bietencystenaaltje en wortelknobbelaaltjes is ook onder veldomstandigheden getoetst. Met name t.a.v. het bietencystenaaltje zou continuering van dit onderzoek meer helderheid kunnen geven. Bij een gunstig effect is teelt als groenbraak interessant. Niettemin lijkt gierstmelde op dit moment voor wat aaltjes betreft zonder grote problemen in het akkerbouwplan te kunnen worden opgenomen.

Ziekten en plagen traden in de (teelt)proeven over het algemeen in geringe mate op. In de meeste jaren kwam zwarte bonenluis in het gewas voor, maar deze gaf slechts incidenteel grote zuigschade. Vaststelling van een schadedrempel (t.b.v. eventuele bestrijding) vraagt nog om nader onderzoek. Bij nat weer trad bij sommige selecties *Botrytis* in de pluimen op, wat tot vervroegde afrijping leidde. Valse-meeldauwaantasting veroorzaakte vervroegde bladval. Tijdens de afrijping kunnen de stengels worden aangetast door *Alternaria* en *Sclerotinia*. Wanneer lang wordt gewacht met de oogst (bijvoorbeeld vanwege regen) kan *Sclerotinia* in de pluimen komen. In een partij geoogst zaad kunnen dan later de kenmerkende, zwarte rattekeutels (sclerotiën) van *Sclerotinia* worden aangetroffen.

Hoewel produktievere gierstmeldelijnen werden verkregen en ook meer inzicht in de gewasgroei en -ontwikkeling is verkregen, konden de zaadopbrengsten tijdens de projectperiode niet aanzienlijk worden verhoogd. De potentiële zaadopbrengst van gierstmelde in Nederland bedraagt naar schatting zes ton droge stof per ha. De actuele opbrengsten liggen veelal tussen de drie en vier ton droge stof per ha, afhankelijk van het ras/de selectie, het jaar en de locatie. Via teeltmaatregelen, waaronder bemesting, werd geen verdere opbrengstverhoging verkregen. Opkomst en groei verlopen slecht bij lage temperatuur (lager dan ca. 10 °C) en goed bij temperaturen boven ca. 15 °C. Gierstmelde kan dan ook pas na half april worden gezaaid. Na zaai echter, kunnen nog koude perioden optreden in mei en de eerste helft van juni, die de produktie lijken te beperken. Naar de koudetolerantie van gierstmelde is nader onderzoek gewenst. Het lijkt een belangrijke voorwaarde voor produktieverhoging en kan alleen via veredeling worden verbeterd.

Door de verkrijging van vroege, homogene lijnen die weinig gevoelig zijn voor schot en zaaduitval, is de oogstzekerheid aanmerkelijk verbeterd. Doodspuiten van het gewas aan het eind van het groeiseizoen zorgde voor een snellere en uniformere afrijping, zonder verlies van opbrengst, maar zal door de beschikbaarheid van bovengenoemde lijnen niet nodig zijn. Zwadmaaien bleek geen bruikbare oogstmethode.

De oogstzekerheid werd ook vergroot door verbetering van de opkomst. Een slechte en onregelmatige opkomst resulteert in heterogeen gewas dat ongelijkmatig afrijpt. In de factoren die de opkomst beïnvloeden, werd meer inzicht verkregen. Het gewas stelt hoge eisen aan de (nauwkeurigheid van) zaai- en zaaidiepte en het zaaien. Met goed zaaizaad, een zaaidiepte van ca. 2 cm en voldoende vochtige grond mogen opkomstpercentages van 40 tot ruim 50% worden verwacht. In het Oldambt was de opkomst in sommige jaren slecht. Ook rijpte de gierstmelde hier later af en bleven de zaadopbrengsten vaak wat achter.

Plantdichtheid heeft binnen een ruime range geen significant effect op de zaadopbrengst. Bij lage plantdichtheid vindt compensatie plaats doordat de planten forser worden en het gewas iets langer produktief blijft (later afrijpt). Zeer lage of hoge plantdichtheden (<15 of ≥300 planten per m²) gaan wel ten koste van de zaadopbrengst. De precieze grenzen moeten nog worden vastgesteld, maar liggen mogelijk per jaar en/of teeltlocatie anders. Omwille van gewasuniformiteit en oogstbaarheid verdienen hogere plantdichtheden (75-150 planten per m²) aanbeveling.

Onkruidbestrijding is het grootste probleem in de gierstmelde-teelt. Slechts zeer weinig herbiciden lijken geschikt om in gierstmelde toe te passen. Geen van deze middelen heeft echter een toelating en zolang het areaal gierstmelde klein blijft, is het voor bestrijdingsmiddelenfirma's economisch niet interessant om zo'n toelating aan te vragen. Op dit moment moet men het dus zonder herbiciden stellen. Teelt bij ruime rijenafstand (50 cm) geeft niet of nauwelijks een lagere opbrengst. Schoffelen is goed mogelijk, volvelds eggen niet. Niettemin zullen onkruiden in de rij handmatig verwijderd moeten worden en dat vraagt veel arbeid. Met een vals zaai-bed (onkruidkieming vóór gewaszaai) en late zaai (vlotte gewasopkomst en snelle grondbedekking door hogere temperaturen) lijkt de onkruiddruk na gewasopkomst te kunnen worden teruggebracht. Het verdient aanbeveling hiernaar nader onderzoek te doen. Op onkruidrijke gronden moet de teelt worden afgeraden. Een hoge onkruiddruk van met name hoog opgroeiende onkruiden maakt de teelt nagenoeg onmogelijk. Dit beperkt de teeltmogelijkheden in de Veenkoloniën, aangezien hier veel onkruidrijke percelen voorkomen en met name ook veel melganzenvoet. De bestrijding van dit verwante onkruid is lastig, omdat het in een jong stadium vrijwel niet van gierstmelde is te onderscheiden en chemisch al helemaal niet kan worden aangepakt. Mogelijk kunnen in de toekomst nieuwe methoden (bijvoorbeeld biologische bestrijding m.b.v. schimmels) uitkomst bieden. Gierstmelde zelf geeft geen zaadopslag en komt dus het volgende groeiseizoen niet terug.

Bij de huidige rassen/selecties is een stikstofgift van 100-125 kg voldoende. Op zware kleigrond moet ongeveer 150 kg/ha worden gegeven. De optimale stikstofgift verschilt niet alleen per grondsoort en jaar, maar waarschijnlijk ook per ras/selectie. Om nauwkeurigere stikstofbestedingsadviezen te kunnen geven, is nader onderzoek vereist. Met het geoogst produkt (uitgaande van 4 ton zaad met 10% vocht plus 5% uitschoning) wordt ca. 50 kg fosfaat en 70 kg kali per ha afgevoerd.

Gierstmelde kan goed met een maaidorser worden geoogst. Het vochtgehalte van het geoogst zaad ligt meestal rond de 20%. Bij dit gehalte gaat het zaad snel worden gedroogd omdat het anders (na een dag) gaat schimmelen. Voor langdurige bewaring moet worden teruggedroogd naar ca. 11%. De kosten voor drogen en schonen zijn hoger dan van granen.

Zaadsamenstelling, zetmeeleigenschappen en industriële verwerking

Het zetmeelgehalte van gierstmeldezaad bedraagt ongeveer 60%. Bij de gebruikte bepaling werden de oplosbare suikers meegeteld; het werkelijke zetmeelgehalte zal ongeveer 57% zijn. Dit is aanmerkelijk lager dan van maïs (72%) en tarwe (68%). De variatie in zetmeelgehalte is zowel voor rassen als teeltcondities gering.

Het eiwitgehalte bedraagt ongeveer 14%. Dit is aanzienlijk hoger dan dat van maïs en tarwe. Bovendien is de eiwitkwaliteit van gierstmelde zeer goed. Zowel ras als teeltcondities hebben invloed op het eiwitgehalte. Stikstofgift had een licht positieve invloed. De correlatie tussen zetmeel- en eiwitgehalte is licht negatief.

Het amylosegehalte van het zetmeel in gierstmelde varieert voor de verschillende lijnen veel sterker (4-16%) dan in de gebruikelijke zetmeelgewassen. Deze natuurlijke variatie is één van de meest belovende eigenschappen van gierstmelde als zetmeelgewas. Met name zetmeel met een laag amylosegehalte kan interessant zijn voor toepassingen in de levensmiddelensector. Ten opzichte van de commerciële zetmeelsoorten is het amylosegehalte van gierstmeldezetmeel laag. Teeltcondities hebben nauwelijks invloed op dit gehalte.

Het lipidegehalte van gierstmelde bedraagt 5-7%, gemeten als totaal vetzuur. De kwaliteit van de lipiden is zeer hoog; bijna 90% van de vetzuren is onverzadigd. Het lipidegehalte noch de vetzuursamenstelling worden beïnvloed door teeltomstandigheden.

Saponine wordt geanalyseerd als sapogenine, het aglycon van saponine. Een nieuwe analysemethode hiervoor werd uitgewerkt. In gierstmelde werden vier sapogeninen gevonden: oleanolzuur, hederagenine, phytolaccageenzuur en 30-O-methylspergulgenaat. Het werkelijke saponinengehalte is ongeveer tweemaal zo hoog als de bepaalde hoeveelheid sapogeninen. Hoewel misschien bruikbaar als slakkenafweermiddel en als bestanddeel van cosmetica, is de aanwezigheid in gierstmelde ongewenst, mede vanwege de zeer lage smaakdrempel ($< 0,5$ mg sapogenine per g zaad). Zowel de sapogeninensamenstelling als het -gehalte variëren zeer sterk voor de verschillende lijnen (2-13 mg/g). Het saponinengehalte nam af met de oogstdatum en met een toename van de stikstofgift.

Door kruising verkregen "saponinenvrije" lijnen bevatten een sapogeninengehalte $\leq 0,6$ mg/g, wat van eenzelfde niveau is als de thans verkochte gierstmelde van reformkwaliteit.

Van de saponinehoudende lijnen konden de saponinen voor ongeveer 70% worden verwijderd door de zaden droog te polijsten tot ca 5% materiaalverlies. Het verkregen slijpsel is een zeer goedkope bron van saponinen (gehalte ca 30 %). Deze werkwijze verdient dan ook de voorkeur boven wassen met een detergent of met waterige ammonia, waarvan het effect ongeveer hetzelfde is.

Van 17 zetmeelmonsters uit de oogst van 1992 en 27 monsters uit de oogst van 1993 werden de zetmeelsamenstelling, -structuur en -eigenschappen nader onderzocht. Een zeer interessante eigenschap van gierstmeldezetmeel is de extreem kleine korrelgrootte ($1,5 \mu\text{m}$). Deze bleek volstrekt onafhankelijk van ras en teeltcondities.

De reeds genoemde grote variatie in amylosegehalten heeft een zeer grote invloed op de viscositeitseigenschappen en de helderheid van het zetmeel. De eindviscositeit (= gebruiksviscositeit) neemt toe met het amylosegehalte, de helderheid neemt daarentegen af. Dit gedrag is in overeenstemming met een in het verleden ontwikkeld model voor de reologie van waterige zetmeelsystemen. Zonder enige chemische modificatie is hiermee reeds een breed scala aan eigenschappen beschikbaar. Vanuit wetenschappelijk oogpunt vormt bovengenoemde monsterset een aantrekkelijke basis voor structuur-functieonderzoek.

Naast gierstmelde is ook zaad van het sterk verwante onkruid melganzevoet onderzocht. Voor wat betreft eiwit- en lipidegehalte zijn melganzevoet en gierstmelde vergelijkbaar; het

zetmeelgehalte ligt daarentegen veel lager (35-40%). Melganzevoet bevat zeer weinig saponine (ca 1 mg saponine per g zaad). Het zetmeelrendement ligt op hetzelfde niveau als van gierstmelde, het eiwitrendement ligt aanmerkelijk lager. Het is echter moeilijk uit melganzevoet schoon zetmeel te winnen. Zetmeel uit melganzevoet lijkt voor wat betreft korrelgrootte en viscositeitsprofiel erg op gierstmelde. Qua amylosegehalte van het zetmeel ligt melganzevoet aan de bovengrens van wat voor gierstmelde gevonden is. Gezien de grote gelijkenis in samenstelling, verwerkbaarheid en zetmeleeigenschappen lijkt een lichte verontreiniging van gierstmeldezaad met dat van melganzevoet (tot bijvoorbeeld 5%) geen probleem op te leveren.

Voor de verwerking van gierstmelde op 250-g- en op 5-kg-schaal zijn processen opgezet voor respectievelijk onderzoek naar de verwerkbaarheid van rassen- en teeltproefmonsters en voor de bereiding van grotere hoeveelheden zetmeel en eiwit ten behoeve van toepassingsgericht onderzoek bij AVEBE. Hiervoor werd 48 kg normaal en 9 kg amylose-arm gierstmeldezetmeel gewonnen met een eiwitgehalte van respectievelijk 0,9 en 0,5%. Het zetmeelrendement komt uit op bijna 90%, tussen dat van maïs (95%) en tarwe (80%), wat alleszins acceptabel is. Ook het eiwitrendement (ca 50%) ligt tussen dat van maïs (40%) en tarwe (60%).

De procesvoering is echter nog uitermate moeizaam. De zeer kleine zetmeelkorrels (1,5 μm) bemoeilijken de scheiding van eiwit en zetmeel en de zuivering van het zetmeel, zodat hiervoor een speciale hoogtoerige centrifuge nodig is. Het is nog niet gelukt eiwit en zetmeel te scheiden zonder vrij drastische aanpassingen van de pH in het proces. Dit laatste verhindert de recirculatie van proceswater.

Apparatuur met een zeer hoog scheidend vermogen is niet standaard aanwezig in de huidige zetmeelindustrie. Momenteel lijkt een rendabele winning van gierstmeldezetmeel en -eiwit op technische schaal nog niet in zicht.

Zetmeel vindt in hoofdzaak zijn toepassingen in voeding, papier en enkele technische producten in de textiel- en kleefstoffensector. Mogelijke toepassingen van fijnkorrelige zetmelen zoals gierstmeldezetmeel liggen op gebieden als vetvervanging, cosmetica en papiercoating. Het onderzoek aan gierstmeldezetmeel (en -bloem) is dan ook vooral gericht geweest op bovengenoemde toepassingen met als referentie de bekende industriële zetmeeltypen zoals aardappel-, maïs-, tarwe- en tapiocazetmeel alsmede derivaten van deze zetmelen.

Van het zetmeel is (voor voedingstoepassing) een koudzwellbare variant gemaakt door walsdrogen van de suspensie bij hogere temperatuur. De verwalsbaarheid is echter matig en geeft mede daardoor geen perspectieven, die beter zijn dan andere zetmeelprodukten.

Verestering tot zogenaamde adipaat-acetaten verloopt met goed rendement. Naar de eigenschappen in voedingstoepassing wordt op dit moment studie verricht. Interessant was de invloed van het amylosegehalte (van gierstmeldezetmeel) op de viscositeit van de produktoplossingen onder invloed van mechanische krachten (bv. door hard te roeren).

Voor toepassing van bepaalde derivaten in de papierindustrie lijken er tot dusver geen perspectieven, zeker in vergelijking met andere zetmeelgrondstoffen, zowel in eigenschappen als in verwerkingskosten.

Gecrosslinkte gierstmeldezetmelen zijn getest als halffabrikaat voor zakkenlijmen: na mechanische desintegratie van deze zetmeelkorrels moet, door de kleine korrelgrootte, een lijm worden verkregen met betere eigenschappen. Dit wordt momenteel door het applicatielaboratorium van AVEBE onderzocht en vereist waarschijnlijk nog verder onderzoek.

Toevoeging van gierstmeldezetmeel aan aardappelzetmeel(derivaten) ter verbetering van de vloeieigenschappen gaf niet de verwachte verbetering. Wellicht is het wel bruikbaar als vloeimiddel en antiklontermiddel voor poedersuiker, keukenzout en dergelijke.

Een belangrijke eigenschap van gierstmelde is dat het glutenvrij is, zodat het in bepaalde diëten kan worden gebruikt. Voor voedingstoepassingen - economisch gezien de meest aantrekkelijke markt - wordt in de eerste plaats gedacht aan de zogenaamde "cereals" (ontbijtgranen). Het is daarbij een voorwaarde dat de bloem van de gierstmelde vrij is van saponinen. Het gehalte van gepolijste gierstmelde is onvoldoende laag voor deze toepassingen.

PERSPECTIEVEN

Bij de huidige zaadopbrengsten kan gierstmelde niet concurreren met andere zetmeelgewassen. Verhoging van de opbrengst zal via veredeling moeten plaatsvinden. Het kan meer dan 10 jaar in beslag nemen, voordat een voldoende hoog opbrengstniveau wordt bereikt. Evenals bij andere gewassen, zal de rentabiliteit mede afhankelijk zijn van hectare- of braaksteun.

In het Noordoosten van Nederland zijn de Drentse zandgronden nog het meest geschikt voor de gierstmeldeteelt (mits op percelen met lage onkruidbezetting). In de Veenkoloniën zijn de teeltmogelijkheden beperkt door de hoge onkruiddruk op de meeste percelen in dit gebied en het met name veelvuldig voorkomen van melganzevoet. In het Oldambt zijn de teeltprospectieven ook minder gunstig door onzekerheid omtrent de opkomst en de late afrijping van het gewas.

Voor de winning van zuiver zetmeel uit gierstmelde is aangepaste apparatuur nodig, die niet standaard aanwezig is in de huidige zetmeelindustrie. Daardoor zal de zetmeelwinning en -verwerking op korte termijn niet van de grond komen. Op langere termijn hangt het (economisch) perspectief af van het vinden van toepassingen voor het zetmeel met een hoge toegevoegde waarde. Belangrijk hierbij is de combinatie fijnkorrelig zetmeel en een laag amylosegehalte.

Saponinenvrije gierstmelderassen zijn binnen handbereik gekomen. Onder voorwaarde dat deze rassen beschikbaar komen, bieden de afzet van (biologisch geteeld) gierstmeldezaad voor directe consumptie (als rijst) en verwerking van het tot bloem vermalen zaad in levensmiddelen op korte termijn het meeste perspectief.